

OULUN SEUDUN
AMMATTIKORKEAKOULU



Eero Kummala

BETONIELEMENTTIRAKENTEISEN PIENTALON DETALJIKIR- JASTON LUOMINEN

BETONIELEMENTTIRAKENTEISEN PIENTALON DETALJIKIR- JASTON LUOMINEN

Eero Kummala
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, rakennesuunnittelu

Tekijä: Eero Kummala

Opinnäytetyön nimi: Betonielementtirakenteisen pientalon detaljikirjaston luominen

Työn ohjaajat: Seppo Perälä OAMK, Juho ja Pekka Kokko Rakennuspalvelu Kokko Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014

Sivumäärä: 25 + 1 liite (34 sivua)

Tämä opinnäytetyö tehtiin Rakennuspalvelu Kokko Oy:lle. Työn tavoitteena oli luoda kattava detaljikirjasto betonielementtirakenteisiin pientaloihin, joiden seinät ovat sandwich-elementeistä, yläpohja puurakenteinen sekä välipohjan rakenteena ontelolaatta. Detaljien suunnittelussa kiinnitettiin erityisen paljon huomiota niiden toteuttamisen helppouteen ja rakenteiden toimivuuteen.

Työssä luotiin detaljikirjasto autoCAD 2013 - ohjelmalla. Ratkaisujen pohjana on käytetty suomen rakentamismääräyskokoelmaa, tilaajan valmiita detaljeja sekä ideoita, elementtisuunnittelun internetsivustolta löytyviä detaljeja sekä eri materiaalivalmistajien detaljeja.

Työn tuloksena syntynyt detaljikirjasto käytetään apuna Rakennuspalvelu Kokko Oy:n tulevien betonielementtirakenteisten kohteiden suunnittelussa.

Asiasanat: pientalo, detaljisuunnittelu, betonielementti

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Structural Design

Author: Eero Kummala

Title of thesis: Detail Library for Prefabricated Concrete Structured Detached House

Supervisors: Seppo Perälä OAMK, Juho and Pekka Kokko Rakennuspalvelu Kokko Ltd

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014

Pages: 25 + 1 appendix (34 pages)

This thesis was done for Rakennuspalvelu Kokko Ltd. The goal of the project was to create a comprehensive detail library related to concrete element detached houses which walls are built from sandwich elements and the roof structure is wooden and the intermediate floor is built from hollow-core slabs. When designing details a lot of attention has been paid to the easiness to implement them and to the functionality of the structures.

The detail library was created with autoCAD 2013 - program. The solutions and decisions were made based on The National Building Code of Finland, the subscriber's ready details and ideas. Elementtisuunnittelu.fi -web page and different building material web pages were also used as a source of detail planning.

In the future Rakennuspalvelu Kokko Ltd will use the detail library which has been created as a result of the work when planning concrete element houses.

Keywords: detached house, detail planning, concrete element

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 PIENTALON ERI DETALJIEN SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MÄÄRÄYKSET JA TEKIJÄT | 7 |
| 2.1 Perustukset | 7 |
| 2.2 Alapohja | 8 |
| 2.3 Ulkoseinät | 9 |
| 2.4 Välipohja | 10 |
| 2.5 Yläpohja | 11 |
| 2.6 Vesikatto | 11 |
| 3 DETALJIKIRJASTON LUOMISPROSESSI | 13 |
| 3.1 Ulkoseinä ja yläpohja | 14 |
| 3.2 Perustukset | 17 |
| 3.3 Märkätilat | 18 |
| 3.4 Välipohja | 20 |
| 3.5 Väliseinät | 20 |
| 3.6 Detaljikirjaston valmistuminen | 20 |
| 4 YHTEENVETO | 21 |
| LÄHTEET | 22 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Rakennuspalvelu Kokko Oy:lle kattava detaljikirjasto betonielementtirakenteisiin pientaloihin. Aihe on rajattu koskemaan ainoastaan sandwich-elementtirakenteisia pientaloja, joissa on ontelolaatta välipohja sekä puurakenteinen yläpohja. Yhtenäisen detaljikirjaston luomisen tarkoituksena on, että kaikki yksityiskohdat olisi valmiiksi mietitty, ja suunnittelijan on helppo alkaa piirtämään rakennekuvia käyttäen valmista detaljikirjastoa. Detaljien suunnittelussa on kiinnitetty erityisen paljon huomiota niiden toteuttamisen helppouteen ja rakenteiden toimivuuteen.

Detaljien suunnittelu pohjautui elementtisuunnittelu.fi -internetsivustoon, eri materiaalivalmistajien detaljeihin tai tilaajan antamiin ohjeisiin. Lisäksi apuna detaljien suunnittelussa pystyi käyttämään jo yhden toteutuneen betonielementtirakenteisen kohteen detaljia. Detaljikirjaston luomisprosessin aikana valmistuneet detaljit toimitettiin tilaajalle kommentoitavaksi. Näin saatiin varmistettua, että kaikki piirretyt detaljit kelpasivat tilaajalle ja niihin pystyttiin tekemään tarvittaessa muutoksia varhaisessa vaiheessa. Detaljikirjaston luominen tapahtui AutoCAD-ohjelmalla

Rakennuspalvelu Kokko Oy on perustettu vuonna 2009 ja se työllistää tällä hetkellä 20 henkilöä. Yritys rakentaa pääasiassa omakotitaloja ja ulkorakennuksia ja tekee tarvittaessa myös muita rakennustöitä. Rakennuspalvelu Kokko Oy on tähän asti tehnyt pientalot pääasiassa puurakenteisena, mutta tarkoituksena on, että pystyttäisiin tarjoamaan puurakenteisen talon rinnalla betonielementtirakenteista taloa kilpailukykyiseen hintaan. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2012 noin 1,1 miljoonaa euroa.

2 PIENTALON ERI DETALJIEN SUUNNITTELUUN VAIKUTTAVAT MÄÄRÄYKSET JA TEKIJÄT

Rakentamismääräyskokoelmat sisältävät runsaasti erilaisia määräyksiä ja ohjeita, joiden tarkoitus on ohjata rakentamista ja varmistaa rakentamiselta edellytety vähimmäistaso. Rakentamismääräyskokoelmasta löytyvät määräykset ovat velvoittavia. Määräysten lisäksi rakentamismääräyskokoelmat sisältävät ohjeita, mutta ne eivät ole velvoittavia. (1, s. 3.)

Detaljikirjastoa luodessa on ehdottoman tärkeää, että rakennetyypit ja detaljit täyttävät tämänhetkiset viranomaismääräykset. Lisäksi on tärkeää, että rakenteet ovat toimivia ja ne on helppo toteuttaa. Luvussa 2 on käsitelty pientalon eri detaljien ja rakenteiden suunnitteluun vaikuttavia keskeisimpiä määräyksiä ja tekijöitä.

2.1 Perustukset

Talon perustukset kuuluvat niihin rakennuksen yksityiskohtiin, jotka on syytä tehdä ja suunnitella kunnolla, sillä jälkikäteen korjaaminen on hyvin vaikeaa ja kallista.

Rakennuksen perustusten detaljia suunnitellessa on tiedettävä maaperän kantavuus ja perustuksille tulevat kuormat, jolloin perustukset ja maarakenteet voidaan suunnitella ja rakentaa siten, että rakenteiden siirtymät, kiertymät ja painumat eivät haittaa rakennuksen käyttöä tai aiheuta halkeamia rakenteisiin. Myös maa-ainestäyttöjen vaikutukset sekä maarakentamisesta johtuva pohjaveden aleneminen on tässä yhteydessä huomioitava. Lisäksi maaperän ja rakenteen varmuus murtumista vastaan on oltava riittävän suuri. (2, s. 13.)

Rakennuksen perustuksia suunnitellessa on huolehdittava, että maaperän kuivatus on riittävä. Maaperän kuivana pysymiseen vaikuttaa monta eri seikkaa, joista tärkeimmät ovat salaojitus, kapillaarikatko ja maanpinnan riittävä kallistus rakennuksesta poispäin vähintään kolmen metrin matkalta. Pohjatutkimuksesta saatujen tietojen perusteella voidaan perustusten routasuojaukset mitoittaa. Routasuojausten tarkoitus on estää maaperän haitallinen routiminen perustus-

rakenteiden läheisyydestä. Routasuojaukseen käytettävien materiaalien on oltava siihen tarkoitukseen hyväksyttyjä, ja niiden on säilytettävä niille mitoitettun lämmöneristyskykynsä niihin kohdistuvista rasituksista huolimatta. (2. s. 7,12; 3, s. 1.)

2.2 Alapohja

Rakennuksen alapohja on yksi niistä rakennuksen osista, jonka detaljien suunnittelussa ja toteutuksessa on oltava erityisen huolellinen, sillä niiden jälkeensä korjaamien on erittäin hankalaa ja kallista. Tästä johtuen alapohjan detaljin suunnittelussa on oltava tarkkana, jotta rakenteet ovat toimivia ja täyttävät tarvittavat vaatimukset ja määräykset.

Maanvastaisen alapohjan detaljien suunnittelussa on paljon huomioon otettavia asioita, joita noudattamalla päästään sellaiseen lopputulokseen, joka täyttää kaikki rakenteelle asetetut määräykset ja vaatimukset. Maanvastaisen alapohjan yläpinnan tulee olla vähintään 30 cm rakennuksen ulkopuolella olevan maanpinnan yläpuolella. Alapohjan alla on oltava vähintään 20 cm paksu kapillaarisen nousun katkaiseva kerros ja kerroksen alla tarvittaessa suodatinkangas. (4, s. 7-8.)

Tuulettuva alapohja on suunniteltava ja rakennettava siten, että ryömintätila tuulettuu riittävästi eikä ilman kosteudesta ole haittaa rakenteen kestävyydelle ja toiminnalle ja ettei ryömintätilaan keräänny vettä. Ryömintätilassa ei saa olla lahoavaa orgaanista ainetta tai rakennusjätettä. Tuulettuvan alapohjan tuuletusta varten on ulkoseinälinjalla oltava tuuletusaukkoja vähintään 6 metrin välein, ja niiden yhteispinta-ala on oltava vähintään 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Ryömintätilan korkeus tulisi olla vähintään 0,8 m. (4, s 8-9.)

Alapohjan lämmöneristys on suunniteltava yhdessä mahdollisen rakennuksen vaippaan kuulumattoman perusmuurin ja routaeristuksen kanssa siten, että vältetään routavaurioilta. Alapohjan lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo on 0,16 W/m²K. Jos alapohja toteutetaan vertailuarvoa eristävämpänä, on routaeristykseen kiinnitettävä erityistä huomiota. (8, s. 6-7.)

Suunniteltaessa alapohjan detaljeja märkätilojen kohdalle on katsottava, että määräykset täyttyvät vedenpoiston, vedeneristyksen ja lattian kallistuksen osalta. Märkätilojen rakenteet ja vedenpoisto on suunniteltava ja rakennettava siten, että vesi ei pääse ympäröiviin rakenteisiin tai huonetiloihin. Märkätilojen lattiapäällysteen on toimittava vedeneristysenä tai lattian päällysteen alle on tehtävä erillinen vedeneristys. Vedeneristys on ulotuttava riittävän korkealle seinälle tai sen on muodostettava jatkuva saumaton rakenne seinän vedeneristysen kanssa. Vedeneristys tulee olla riittävän luja, jotta se kestää sekä rakennus- että käytönaikaiset rasitukset. Märkätilojen lattian kallistus on oltava sellainen, että vesi pääsee esteettömästi valumaan lattiakaivoon. Märkätilojen lattian kaltevuuden tulee olla vähintään 1:100. Vedeneristys ja lattiakaivon liitoksen toteutuksessa on oltava erityisen huolellinen, jotta liitos on pitää vaikka vedenpinta nousee liitoksen yläpuolelle. (4, s. 14-15.)

2.3 Ulkoseinät

Ulkoseinien detaljeja suunnitellessa on otettava huomioon hyvin paljon erilaisia asioita. Näistä tärkeimpiä ovat tiiveys, kosteus ja lämmöneristävyys. Kosteus on yksi erittäin tärkeä huomioon otettavista asioista, ja siksi ulkoseinät ja niihin liittyvät detaljit on suunniteltava ja rakennettava sillä tavalla, että mahdollinen ulkoseinän osiin tai sisäpinnoille kertyvä kosteus ei aiheuta rakennuksen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä. Lisäksi rakenteen on pystyttävä myös kuivumaan ilman haittaa tai rakenteen kuivumiseen on suunniteltava menetelmä. Ulkoseinärakenteet ja niiden yksityiskohdat on suunniteltava ja toteutettava siten, että sisältä tai ulkoa peräsin oleva lumi, vesi tai vesihöyry ei pääse tunkeutumaan rakennuksen sisätiloihin tai rakenteisiin (4, s. 3.)

Ulkoseinien ja niiden yksityiskohtien tulee olla sisäilman vesihöyryn haitallisen konvektion estämiseksi niin tiiviitä läpi kulkevien ilmavuotojen suhteen, että rakennus voidaan pitää pääsääntöisesti alipaineisena. Jatkuvasti vedenpaineen vaikutuksen alaisena oleville rakenteille on tehtävä vedenpaineen eristys. Pinnoiltaan kastuvat rakenteet on suunniteltava ja toteutettava sellaisista materiaaleista, että ne kestävät veden vaikutukset ja ovat myös tarvittaessa kulutuskestäviä. Rakennustyön suorittajalla on oltava riittävä ammattitaito sekä tunnettava kosteuteen liittyvät suunnitelmat ja työohjeet. (4, s. 4.)

Ulkoseinien ja niiden yksityiskohtien on oltava niin tiiviitä, että mahdollisten vuoto-
 tokohtien läpi tapahtuvat ilmavirtaukset eivät aiheuta merkittäviä haittoja raken-
 nuksen energiatehokkuudelle, rakenteille tai käyttäjille. Erityisen huolellinen on
 oltava ikkuna- ja yläpohjaliitosten suunnittelussa ja toteutuksessa. Rakennus-
 vaipan ilmanpitävyys ilmoitetaan ilmanvuotolukuna q_{50} ($\text{m}^3/\text{h m}^2$), joka saa olla
 enintään 4. Pieni ilmanvuotoluku ei kuitenkaan takaa vaipparakenteen moitteet-
 tonta toimintaa, sillä vaipassa voi silti esiintyä vuotokohtia, jotka voivat olla mer-
 kittäviä. Siksi ilmansulun kaikkien liitosten ja läpivientien tiivistäminen on tehtä-
 vä erityisen huolella. Jos rakennuksen ilmatiiviyteen on kiinnitetty riittävästi
 huomiota ja rakennustyöt toteutettu huolellisesti voidaan näillä toimenpiteillä
 saavuttaa huomattavia säästöjä energiankulutuksessa. (Kuva 1.) (5, s. 10; 6.)

| ilmanvuotoluku | tiivetyys | energiansäästö |
|----------------|---------------------------------|-----------------------|
| < 0,6 | passiivi | > 25 % |
| < 1 | kiitettävä | > 21 % |
| 1 - 2 | erittäin hyvä | 14 - 21 % |
| 2 - 3 | hyvä | 7 - 14 % |
| 3 - 4 | tydyttävä | 0 - 7 % |
| 4 | rakennusmääräysten vertailutaso | 0% |
| > 4 | huono | energian tarve kasvaa |

KUVA 1. ilmanvuotoluvun vertailu talon lämmitysenergian tarpeeseen (6.)

Ulkoseinät on suunniteltava ja rakennettava siten, että asukkaat eivät altistuisi
 liian suurelle melulle, joka vaarantaisi terveyttä. Lisäksi melun on pysyttävä niin
 alhaisena, että asukkailla on mahdollisuus nukkua, levätä ja työskennellä riittä-
 vän hyvissä olosuhteissa. Tämänhetkisten määräysten mukaan lämpimän tilan
 ulkoseinän lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja oven tai ik-
 kunan vastaava arvo enintään $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. (7, s. 3; 8, s. 7.)

2.4 Välipohja

Betonirakenteisessa pientalossa välipohjina käytetään yleensä ontelolaattoja.
 Yleisin ontelolaattatyyppe pientaloissa on O20, jonka soveltuu käytettäväksi aina
 11 m:n jänneväliin saakka. Välipohjan detaljeja suunniteltaessa on katsottava,
 että ontelolaatan vaatima tukipinta kantavan seinärakenteen päällä on riittävä.
 (10.)

Välipohjan rakenteita suunnitellessa on tärkeää, että rakenne on ääntä eristävä, vaikkakin pientaloissa ei ole asetettu vaatimuksia välipohjan ääneneristävyydelle. Ääneneristävyys voidaan varmistaa ontelolaattarakenteisessa välipohjassa asentamalla ontelolaatan päälle tarkoitukseen soveltuva eristekerros ja sen päälle kelluva teräsbetoni-laatta. Kelluvan laatan detaljien suunnittelussa on rakenteen toimivuuden kannalta välttämätöntä, että kelluvat rakenteet on erotettu joustavalla rakenteella rakennuksen rungosta. Lisäksi pintarakenteen on oltava irti lävistävistä, sivuavista ja kantavista rakenteista.

2.5 Yläpohja

Puurakenteisella yläpohjalla toteutetussa betonielementtirakenteisessa pientalossa yläpohja on ainoa rakenneosiosa, jonka tiiviys on suurimmalta osin höyrynsulun varassa. Tästä johtuen yläpohjan höyrynsulun suunnittelussa ja asennuksessa on oltava erityisen huolellinen, jotta päästään riittävään tiiveyteen. Höyrynsulku tulee asentaa yläpohjan lämmöneristyksen sisäpintaan. Erityistä tarkkuutta tulee kiinnittää yläpohjan höyrynsulun liitoksissa seinien ilmansulkuun. Lisäksi yläpohjan läpivientien tiivistykset on tehtävä huolellisuutta noudattaen, jotta pääsy haluttuun tiiveyteen olisi mahdollista. (4, s. 14.)

Yläpohjan lämmönläpäisykertoimelle on rakentamismääräyksissä annettu vertailuarvo, joita noudattaen rakennuksen yläpohjan detaljit on suunniteltava. Yläpohjan lämmönläpäisykertoimen vertailuarvo on $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$. Yläpohjan lämmöneristeenä käytetään yleensä puhallusvillaa, joka on hengittävä ja omaa hyvän lämmöneristävyyden. Yläpohjan rakenteen toimivuuden kannalta on tärkeää, että yläpohjan materiaalit on valmistettu kosteutta sitovista ja luovuttavista aineista, jolloin rakenne on molempiin suuntiin kuivumiskykyinen eikä siellä ole pintaa, mihin kosteus voisi tiivistyä. (5, s. 13; 11, s. 2.)

2.6 Vesikatto

Vesikaton detaljien suunnittelussa tärkeintä on, että suunnitellut rakenteet ovat täysin tiiviitä sade- ja sulamisveden ja lumen suhteen. Katon kaltevuus on oltava katteelle sopiva ja riittävä. Lisäksi katto on suunniteltava ja rakennettava siten, että veden poistuminen tapahtuu rakennusta vahingoittamatta ja suunnitelmien mukaisesti. Veden poistaminen katolta hoidetaan kattokaivojen tai räys-

täskourujen ja syöksytorvien avulla. Räystäitä suunniteltaessa on niistä tehtävä riittävä ulkonevia, jotta seinärakenteet olisivat riittävässä suojassa. Lumen sulamisen ja veden jäätyminen estämiseksi räystäällä on yläpohjasta tehtävä riittävän tiivis ja eristävä ja tuuletus yläpohjan ja vesikaton välissä toimittava. Vesikaton on kestettävä ilmastorasitukset, lumen ja jään aiheuttamat rasitukset sekä huoltotoimenpiteiden vaatima liikkuminen. (4, s. 12-13.)

Vesikaton ja sen detaljien suunnittelussa tulee varmistaa, että turvavarusteet täyttävät turvallisuusvaatimukset ja soveltuvat rakennuksen väriytykseen ja ulkoonäköön. Niiden on myös kestettävä ilmaston rasitukset ja niille tarkoitetut kuormat ja ne on huollettava ja tarkastettava säännöllisesti. Katolla sijaitseville ilmanvaihtolaitteille, savupiipuille sekä muille säännöllistä käyntiä vaativille laitteille on tehtävä tarkoituksenmukainen katkeamaton kulkutie. Turvavarusteita ja muita katteen lävistäviä rakenneosia asennettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota katteen lävistysten vedenpitävyyteen. (4, s. 13; 9, s. 20.)

3 DETALJIKIRJASTON LUOMISPROSESSI

Detaljikirjaston luomisen lähtökohtana oli se, että kaikki mahdolliset betonielementtirakenteisen pientalon detaljit olisi valmiiksi mietitty ja piirretty, jolloin tulevien kohteiden rakennesuunnitelmien laatiminen olisi helppoa. Aihe rajattiin koskemaan ainoastaan sandwich-elementtirakenteisia pientaloja, joissa on ontelolaatta välipohja sekä puurakenteinen yläpohja. Detaljikirjaston luomisprosessi lähti liikkeelle palaverilla Rakennuspalvelu Kokko Oy:n Pekka ja Juho Kokon kanssa, jolloin annettiin tehtäväksi detaljikirjaston luomisen ohella muuntaa jo tehdyn puurakenteisen talon kuvia betonielementtirakenteiseksi. Rakenteita muuttaessa betonirakenteiseksi tulee siinä samalla piirrettyä ja mietittyä osa detaljeista. Ajatuksena oli myös samalla hankkia lisää kokemusta detaljien ja rakennekuvien piirtämisestä autoCAD-ohjelmalla. (18; 19.)

Detaljien suunnittelua varten oli käytössä tilaajalta valmistuneen betonielementtitalon detaljeja, joita pystyi käyttämään apuna detaljikirjaston luonnissa. Kyseinen kohde oli yksikerroksinen ja siitä puuttui paljon detaljeja, joita tarvitaan betonielementtitaloja rakennettaessa. Puuttuvia detaljeja olivat esimerkiksi välipohjan liitos kantavaan ulkoseinään ja tuulettuva alapohja. Lisäksi tilaajalla oli ideoita kokonaan uusien detaljien piirtämiseen. (18; 19.)

Detaljien suunnittelussa oli apuna valmistuneen kohteen detaljien lisäksi www.elementtisuunnittelu.fi -sivusto, josta löytyi esimerkiksi runkorakenteiden vakoliitokset. Myös www.rakentaja.fi -sivuston rakenneleikkauspankkia pystyi hyödyntämään detaljeja suunnitellessa. Lisäksi eri rakennusmateriaalivalmistajien sivuilta löytyi suunnittelijoille tarkoitettuja detaljeja, joita pystyi hyödyntämään suunnittelussa. Esimerkiksi www.ruukki.fi -sivulta löytyi detaljeja, joita pystyi käyttämään apuna luodessa räystäsleikkausta, jossa katemateriaalina oli ruukin pystysaumakate.

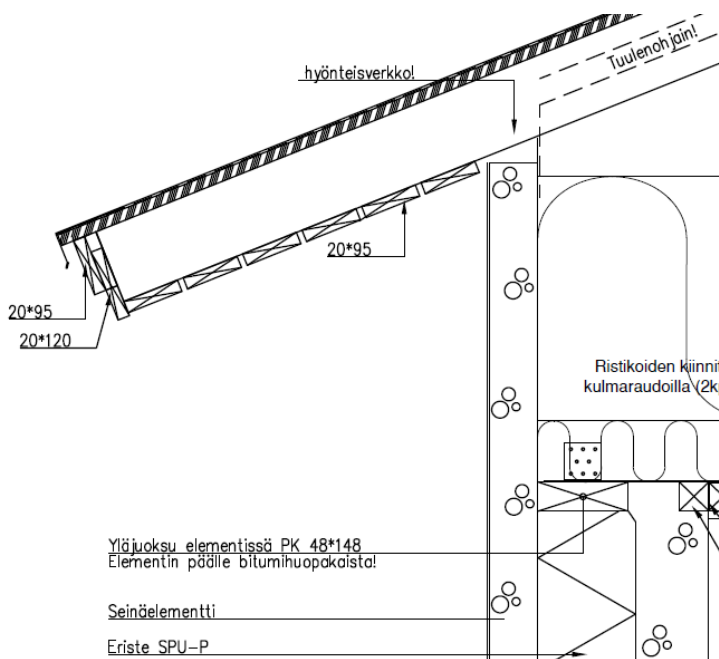
Ennen detaljien suunnittelun aloittamista oli päätettävä seinärakenteen materiaalivahvuudet ja eristysmateriaali. Tämä oli tehtävä, koska piirrettäviä detaljeja oli tarkoitus käyttää heti tulevassa kohteessa. Lisäksi oli tarkoitus, että piirrettävät detaljit käsittävät kaikki tulevan kohteen yksityiskohdat. Tämän lisäksi täytyi

piirtää vaihtoehtoisia detaljeja tulevia kohteita varten. Vaihtoehtoisia detaljeja täytyi piirtää esimerkiksi perustuksista, sillä jos esimerkiksi perustukset vaativat paalutuksen, on siitä hyvä olla valmiiksi piirrettynä detalji, jota pystyy tarpeen mukaan muokkaamaan kohteeseen sopivaksi. (18; 19.)

Jo aikaisemmin toteutuneen betonielementtirakenteisen kohteen seinärakenteena on sisältä ulospäin lueteltuna betoni 100 mm, SPU-P-eriste 160 mm ja betoni 80 mm. Rakenteen U-arvo on $0,158 \text{ W/M}^2\text{K}$. Koska tuleva kohde on kaksoeroksinen ja kantaville sisäkuorille tulee siten enemmän kuormaa ja välipohjarakenteena käytettävä O20-ontelolaatta vaatii vähintään 60 mm:n tukipinnan, on sisäkuoren vahvuutta kasvatettava 120 mm:iin. Eristeen materiaalin ja paksuuden sekä ulokuoren paksuuden säilytin samana kuin edellisessä kohteessa, sillä rakenne oli kohteen rakentajan mielestä ollut toimiva ja se täytti U-arvo vaatimukset. (10; 12.)

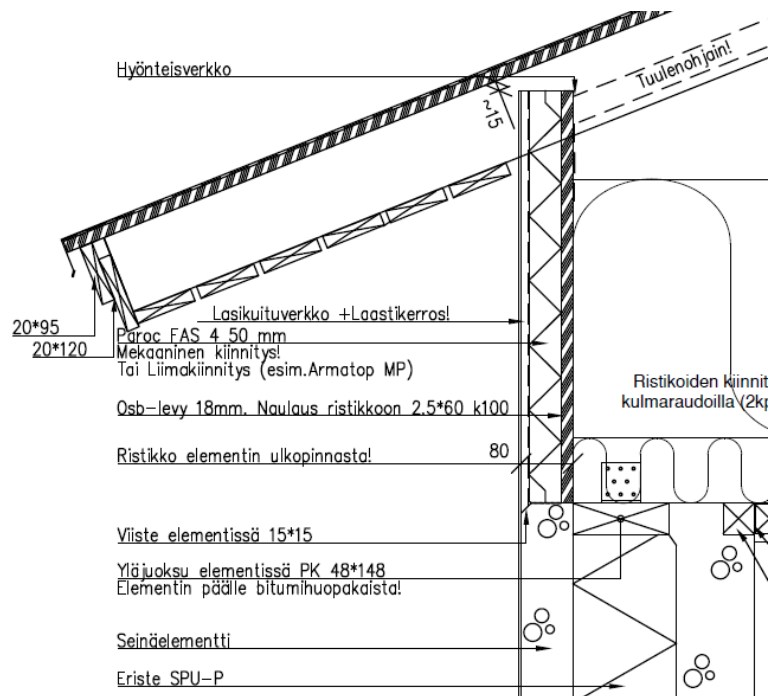
3.1 Ulkoseinä ja yläpohja

Seinän materiaalivahvuuksien päättämisen jälkeen alkoi varsinainen detaljien suunnittelu. Aikaisemman kohteen detaljeista pystyi apuna käyttämään räystäsjä perustusleikkausta. Tilaajalla oli räystääleikkaukseen liittyen seinän yläosan toteuttamiseen useita eri vaihtoehtoja. Yksi vaihtoehto oli tuoda elementin ulkokuori ristikon kantaan asti (kuva 2).



KUVA 2. Räystääleikkaus 1

Toisessa vaihtoehdossa elementin ulkokuori päättyy ristikon alapaarteen tasolle ja seinän yläosa on tehty osb-levyllä ja rapattavalla eristeellä (kuva 3). (18; 19.)



KUVA 3 Räystäisleikkaus 2

Ensimmäisen vaihtoehdon etuna on se, että seinä on heti valmis ylös asti, mikä jouduttaa rakentamista. Lisäksi rakenteen yläosaan ei tule alapaarteen kohdalle liitosta, koska ulkokuori jatkuu yhtenäisenä ristikon kantaan asti. Toisessa räystäisleikkaus vaihtoehdossa on myös olemassa riski, että elementin ulkokuoren ja rapattavan osan sauma ratkeaa. Sauman ratkeamisen välttämiseksi oli tilaajalla idea vielä vaihtoehtoisesta detaljista, missä elementin ulkokuoren ja rapattavan seinän yläosan liitokseen asennetaan peltiprofiili, joka on muotoiltu niin, että liitoskohta näyttää samalta kuin seinäelementtien välinen liitos. (18; 19.)

Räystäsdetaljeja täytyi piirtää myös eri katemateriaalivaihtoehdoille. Eri katemateriaaleista löytyi esimerkiksi www.rakentaja.fi -sivuston rakenneleikkauspankista detaljeja, joita pystyi hyödyntämään detaljien suunnittelussa.

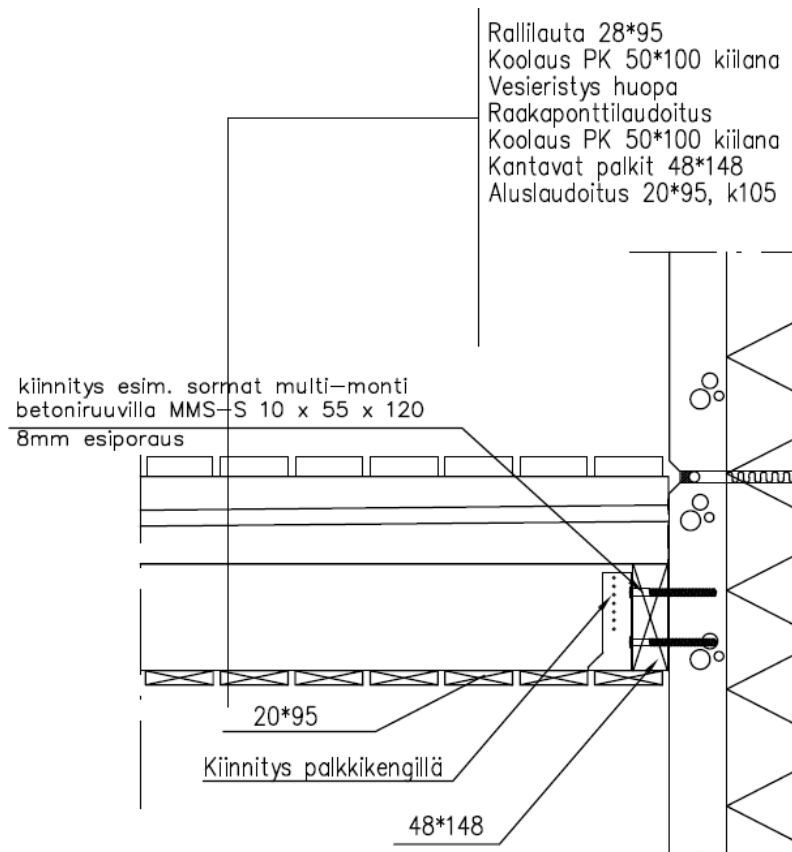
Talon päätyyn täytyi suunnitella detalji, jossa päätykolmio tehdään betonirakenteisena ulkokuorielementtinä. Päätykolmio elementin kiinnitys alapuolella olevaan elementtiin suunniteltiin toteutettavaksi Teräspeikon TR-kiinnitysosien avulla. Molempiin elementteihin asennetaan tehtaalla TR-kiinnitysosat ja työ-

maalla osat yhdistetään toisiinsa hitsattavalla teräslaamalla. Lisäksi päätykolmio elementin yläreunaan kiinnitetään tehtaalla 48x48 mm:n vahvuinen kestopuu, jotta elementti saadaan ylhäältä tuettua päätyvasoihin. Toinen vaihtoehto oli tehdä päätykolmio käyttäen räystääleikkaus 2 mukaista rakennetta (kuva 3), mutta riskinä siinä rakenteessa olisi liitoskohdan ratkeaminen. (13; 18; 19.)

Räystäsdetaljeista tuli ilmetä, miten yläpohjan höyrynsulkumuovi liitetään tiiviisti ulkoseinärakenteeseen. Tilaajalla oli liitoksen toteuttamiseen idea, missä seinäelementin yläosaan, sisäkuoren sisäreunaan, asennetaan tehtaalla 48x48 mm kestopuurima. Tätä elementissä olevaa rimaa vasten kiinnitetään yläpohjan koolauksen yhteydessä 48x48 mm koolausrima ja yläpohjan höyrynsulku tuodaan rimojen väliin. Puristetun liitoksen tiiveyden varmistamiseksi on liitoksessa käytettävä elastista saumamassaa. Kestopuuhun kiinnitettäessä on kiinnikkeiden oltavia ruostumattomia tai haponkestäviä. (16; 18; 19.)

Tulevassa kohteessa oli parveke sekä terassin päällä lippa, joiden liitosdetaljit ulkoseinään täytyi suunnitella. Molemmat rakenteet suunniteltiin toteutettavaksi puurakenteisena tilaajan suunnitelmien mukaan. Terassin lipan kiinnitykselle ulkoseinään suunniteltiin useita kiinnitysvaihtoehtoja. Jokaisessa vaihtoehdossa kiinnitetään ensin lankku betoniruuveilla ulkokuoreen mihin sitten kattopalkit kiinnitetään. Ensimmäisessä liitosvaihtoehdossa kiinnitys suunniteltiin toteutettavaksi palkkikengillä. Toinen vaihtoehto oli käyttää vahvempaa kattopalkkia ja loveta palkin yläpää sillä tavalla, että osa palkista menee seinässä olevan lankun päälle. Palkin kiinnitys suunniteltiin toteutettavaksi kulmaraudoilla seinässä olevan lankun päältä ja kannatuslevyllä palkin kyljestä. Kolmas vaihtoehto oli kiinnittää kattopalkit suoraan seinään kiinnitetyn lankun päälle kulmaraudoilla. Tällöin kuitenkin seinään kiinnitetty lankku jää näkyviin, joten tätä vaihtoehtoa käytetään vain niissä tapauksissa, missä terassin lipan alle tehdään alaslasku. (18; 19.)

Parvekkeen liittyminen ulkoseinään suunniteltiin tehtäväksi kiinnittämällä betoniulkokuoreen lankku tarkoitukseen sopivilla betoniruuveilla. Lankkuun kiinnitetään palkkikengät, joiden varaan tulevat parvekkeen kantavat palkit. Palkkien päälle tuleva rakenne suunniteltiin tehtäväksi kuvan 5 mukaisin rakentein. (18; 19.)



KUVA 5 parvekkeen liitos ulkoseinään

Ikkunan ja ulkoseinän liitoksesta täytyi myös piirtää vaihtoehtoinen detailji. Aikaisemmassa kohteessa oli ikkuna aukon ympärillä käytetty kestopuu karmilankkua, johon ikkuna oli kiinnitetty. Vaihtoehtoisessa detailjissa karmilankkujen tilalla on karmikengät. Karmikengät ovat energiatehokkuuden kannalta parempi vaihtoehto ja ne mahdollistavat paremmin ulkokuoren lämpö- ja kosteusmuodonmuutokset ja samalla antavat ikkunakarmille kosteudesta elämättömän kiinnitysalustan. Lisäksi karmikengät ovat ekologisesti kestopuuta parempi vaihtoehto. (15, s. 34; 18; 19.)

3.2 Perustukset

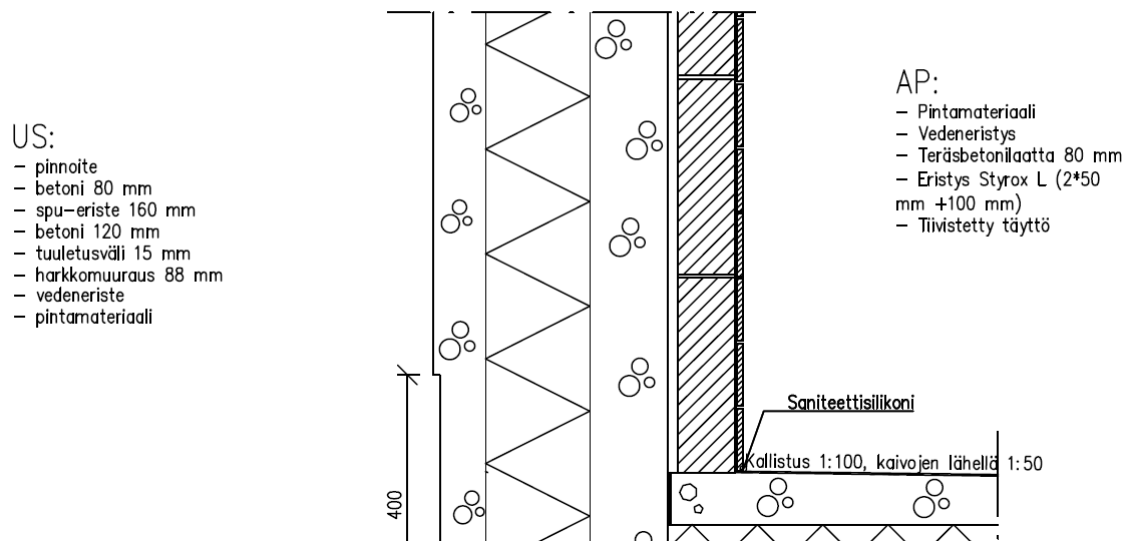
Perustuksille täytyi suunnitella useita eri detailjivaihtoehtoja, sillä jos esimerkiksi asiakas haluaa maanvaraisen alapohjan sijasta tuulettuvan alapohjan tai jos perustus täytyy tehdä paalujen varaan, on niistä oltava detailjit valmiiksi suunniteltuna. Näiden lisäksi täytyi suunnitella perustusten detailjit saunan ja pesuhuoneen kohdalta.

Maanvaraisesta perustuksesta oli valmiina detalji, missä seinäelementti lähti anturan päältä ja siten erillistä sokkeliä ei tarvitse. Tilaajalla oli anturaperustus rakenteisen detaljin toteuttamiseen liittyen selkeä ajatus. Anturan tekemiseen suunniteltiin käytettäväksi valmista tassu-valmisanturamuottia. Anturoita ei vaita aivan täyteen, jotta anturan samaa muottia voidaan käyttää myös juotosvalussa. Anturaan suunniteltiin asennettavaksi valun yhteydessä teräspeikon kiinnityslevyt, joihin elementit kiinnitetään lattaterästen avulla. Seinäelementteihin asennetaan vastaavasti tehtaalla kiinnitystä varten teräspeikon TR-kiinnitysosat. (18; 19.)

Paaluperustuksen detaljien suunnitteluun löytyi www.ruukki.fi -sivulta periaatteellisia perustusleikkauksia, joiden avulla pystyi suunnittelemaan detaljeja paaluperustuksille. Jos paaluperustus toteutetaan siten, että paalujen päälle vaitaan antura, jonka päältä lähtee seinäelementti, on detalji lähes samanlainen kun paaluttomassa anturaperustuksessa. Erona on se että paalullisessa anturaperustuksessa on anturasta tehtävä massiivisempi, sillä se toimii paalujen päällä kantavana palkkina, mihin seinäelementti tukeutuu. Tuulettuvan alapohjan perustusdetaljien suunnitteluun oli www.elementtisuunnittelu.fi -sivustolla vakio liitosdetaljeja, jota pystyi käyttämään mallina detaljia suunnitellessa.

3.3 Märkätilat

Kylpyhuoneen perustusleikkauksen suunnittelussa kriittinen kohta oli seinän ja alapohjan liitos. Ensimmäisessä detaljivaihtoehdossa, missä alapohjan rakenne oli maanvastainen, seinän vedeneriste oli suoraan seinäelementin sisäpinnassa. Tilaajalla oli kokemusta kyseisestä rakenteesta ja se todettiin riskialttiiksi, koska on mahdollista että maanvarainen laatta painuu alaspäin. Tällöin on uhkana, että vedeneriste ratkeaa ulkoseinän ja alapohjan liitoskohdasta. Uhkan välttämiseksi päädyttiin rakenteeseen, missä vedeneristys tehdään laatan päältä lähtevää harkkomuurausta vasten (kuva 4). (18; 19.)



KUVA 4 kylpyhuoneen seinän liittyminen alapohjaan

Vaihtoehtoisesti muuratussa seinässä voisi harkon tilalla käyttää esimerkiksi tiiltä. Myös kertopuurungon käyttö on mahdollista, mutta rakenne on hieman riskialtis, joten ensisijainen rakenne on kuvan 4 mukainen. (18; 19.)

Saunan ulkoseinän liitos alapohjaan suunniteltiin toteutettavaksi joko tekemällä harkkomuuraus tai puurunko alapohjan laatan päälle. Tehtyä runkoa vasten suunniteltiin asennettavaksi SPU sauna-satu eristelevy, jota vasten kiinnitetään pystykoolaus ja koolaukseen kiinni vaakapaneeli. Vaihtoehtoisena rakenteena oli kiinnittää SPU sauna-satu eristelevy suoraan ulkoseinäelementtiin, mutta riskinä kyseisessä rakenteessa on alapohjalaatan painuminen ja siitä seuraava mahdollinen vedeneristyksen ratkeaminen ulkoseinän ja alapohjan liitoskohdasta. Vaihtoehtoisessa saunan seinärakenteessa suunniteltiin käytettäväksi SPU sauna-sadun tilalla alumiinipaperia. (18; 19.)

Märkätilojen väliseinien rakenteena suunniteltiin käytettävän ensisijaisesti harkkoa tai tiiltä. Vaihtoehtoisesti myös kertopuu on mahdollinen, mutta sen käyttö kosteiden tilojen runkona on riskialttiimpaa. Muurattavan väliseinän ja alapohjan laatan välissä suunniteltiin käytettävän bitumihuopakaistaa, jotta alustan ja väliseinän liikkeet eivät vaurioita seinää, ja huopakaista estää mahdollisen kosteuden nousun seinään. Seinän yläpuolisen rakenteen painumisen varalta on jätet-

tävä seinärungon ja yläpuolisen rakenteen väliin 15 mm:n painumavara. Seinän yläosan tuentaa suunniteltiin toteutettavaksi kiinnittämällä 48x48 mm:n vahvuiset rimat yläpuoliseen rakenteeseen seinän molemmille puolille. (17, s. 81; 18; 19)

3.4 Välipohja

Välipohjarakenteena tullaan käyttämään tulevissa betonirakenteissa kohteissa ontelolaattaa, ja sen liitos kantavaan sandwich-elementtiin oli suunniteltava. Detaljin suunnittelu tapahtui elementtisuunnittelun sivustolta löytyvän vakioliitoksen mukaisesti. Detaljin suunnittelussa oli kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että ontelolaatan tukipinta on riittävä ja erityis ulkoseinässä jatkuu katkeamatta läpi liitoksen. Välipohjarakenteessa suunniteltiin käytettäväksi kelluvaa laattarakennetta, jotta välipohja eristää paremmin ääntä, vaikkakin pientaloissa ei ole asetettu vaatimuksia välipohjan ääneneristävyydelle. (18; 19.)

3.5 Väliseinät

Väliseinädetaljeista tuli ilmetä väliseinien ylä- ja alapäiden kiinnitykset. Kuivien tilojen väliseinät suunniteltiin tehtäväksi 39x92 mm vahvuisesta kertopuusta. Väliseinien alajuoksun kiinnitys betonilattiaan suunniteltiin tehtäväksi hiltin ampunaulolla. Alajuoksun ja betonilattian välissä suunniteltiin käytettävän uretaanivaahtoa. Väliseinien yläpään kiinnityksen suunnittelussa oli otettava huomioon yläpohjan/välipohjan mahdollinen painuminen. Painumaa varten väliseinien yläpäähän täytyi jättää 15 mm:n painumavara. Painumavara suunniteltiin jätettäväksi alakerrassa välipohjan alapinnan koolauksen ja väliseinärungon yläpinnan väliin. Yläkerrassa vastaavasti painumavara on jätettävä yläpohjan koolauksen ja väliseinärungon väliin. (18; 19.)

3.6 Detaljikirjaston valmistuminen

Kun kaikki tilaajan vaatimat detaljit oli piirretty, lähetettiin ne vielä sähköpostitse tilaajalle tarkastettavaksi, jonka jälkeen tehtiin vielä tarvittavat korjaukset detaljeihin. Kun detaljit olivat tilaajan puolesta valmiit, muutettiin ne yhdeksi pdf-tiedostoksi, missä detaljit ovat A4-kokoisina. Lisäksi detaljit tulostettiin ja laitettiin kansioon, josta niitä pystyy helposti katsomaan.

4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli luoda detaljikirjasto Rakennuspalvelu Kokko Oy:lle betonielementtitaloihin liittyen, joka sisältää vaihtoehtoisia detaljeja esimerkiksi perustuksille ja räystäälle. Aihe oli rajattu koskemaan ainoastaan sandwich-elementtirakenteisia pientaloja, joissa on välipohjarakenteena ontelolaatta ja puurakenteinen yläpohja.

Yhtenä työn tavoitteena oli tutustua detaljeihin ja niiden suunnitteluun vaikuttaviin rakentamismääräyksiin sekä harjaantua autoCAD-ohjelman käytössä. Lisäksi oli ratkaistava tilaajan ideoiden pohjalta suunniteltavien detaljien toteutus.

Detaljikirjaston luominen onnistui tavoitteiden mukaisesti. Luotuja detaljeja voidaan hyvin käyttää yrityksen tarpeisiin, ja niitä voidaan muuttaa sekä kehittää tarpeen mukaan tulevaisuudessa. Detaljikirjastoa voidaan käyttää apuna tulevien kohteiden suunnittelussa, jolloin rakennesuunnittelijan on helppo lähteä suunnittelemaan uusia kohteita, koska detaljit on jo valmiiksi suunniteltu. Lisäksi detaljikirjastoa voi käyttää esimerkiksi tarjousvaiheessa, kun mahdolliselle asiakkaalle esitellään yrityksen käyttämiä detaljiratkaisuja.

Detaljikirjastoa luodessa oma tietämykseni betonielementtirakenteisen pientalon detaljeista ja rakenteista lisääntyi huomattavasti. Myös rakentamiseen vaikuttavat määräykset sekä elementtisuunnittelun internetsivusto tulivat tutuksi. Haastavinta työssä oli detaljien suunnitteluun ja eri yksityiskohtien toteuttamiseen tarvittavan tiedon etsiminen sekä tilaajan ideoiden pohjalta toteutettavien kokonaan uusien detaljien suunnittelu.

LÄHTEET

1. A1 (2006). 2006. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006.A1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/28238-A1su2006.pdf>. Hakupäivä 10.01.2014.
2. B3 (2004). 2003. Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004. B3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/17075-B3s.pdf>. Hakupäivä 4.4.2014.
3. Pientalon perustukset. Rakenna Oikein. Rakentajan ja remontoijan käsikirja. Saatavissa: <http://www.rakennaoikein.fi/fi/node/1660?page=0%2C0>. Hakupäivä 4.4.2014.
4. C2 (1998). 1998. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf>. Hakupäivä 27.4.2014.
5. D3 (2012). 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 10.1.2014.
6. Tiiveys on keskeinen osa talon energiataloutta. Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/tiiveys-taerkeaae>. Hakupäivä 28.3.2014.

7. C1 (1998). 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet 1998. C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>. Hakupäivä 10.1.2014.
8. C3 (2010). 2008. Rakennusten lämmöneristys. Määräykset ja ohjeet 2010. C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/34163-C3-2010_suomi_221208.pdf. Hakupäivä 10.1.2014.
9. F2 (2001). 2001. Rakennuksen käyttöturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2001. F2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa <http://www.finlex.fi/data/normit/6376-F2.pdf>. Hakupäivä: 8.4.2014.
10. Elementtisuunnittelun sivusto. 2014. Elementtisuunnittelu.fi. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi>. Hakupäivä 9.4.2014.
11. RT 38504. 2014. Ekovilla-lämmöneristeet. Ekovilla Oy. Saatavissa: http://www.ekovilla.com/fileadmin/user_upload/dokumentit/RT-kortti2014.pdf. Hakupäivä 9.4.2014.
12. Aarne Kokko. 2013. Kirvesmies. Rakennuspalvelu Kokko Oy. Keskustelut Syksy 2013.
13. Ari Oikarinen. 2014. Tuntiopettaja. Tekniikan yksikkö. OAMK. Keskustelut 14.4.2014.
14. Betonirakenteiset pienatalot. Saatavissa: www.betoni.com/Download/22478/Betonirakenteiset_pientalot.pdf. Hakupäivä 23.4.2014.

15. Betonirakentamisen esivalmistusasteen nosto. Olli Teriö. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Saatavissa:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gg2LaL6Vq4sJ:www.elementtisuunnittelu.fi/Download/21953/Betonirakentamisen%2Besivalmistusasteen%2Bnostaminen.pdf+&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi>.
Hakupäivä 23.4.2014.
16. Hyvä tietää kestopuusta. Perustietoa puusta. Puuinfo. Saatavissa:
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeita-omatoimirakentajille/hyva-tietaa-kestopuusta/hyva-tietaa-kestopuusta-web.pdf>. Hakupäivä 29.4.2014
17. Harkkokäsikirja. Kevytsoraharkot ja betoniharkot. Betoniteollisuus Ry. Saatavissa: http://kivitaloinfo.fi/wp-content/images/2012/08/harkkokirja_2010.pdf. Hakupäivä 5.5.2014
18. Pekka Kokko. Kevät 2014. Toimitusjohtaja. Rakennuspalvelu Kokko Oy. Keskustelut kevät 2014.
19. Juho Kokko. Kevät 2014. Määrälaskija. Rakennuspalvelu Kokko Oy. Keskustelut kevät 2014.

